第3章 DB を活用した個別施設における安全対応システムの開発

3．1　個別施設における ATHDB の構築および活用方法の検討

多くの施設では，操業情報を紙ベースで取得しており，その情報は蓄積されるのみで十分に活用されていない．また，焼却炉や破砕機の運転に関するデータと共に事故等の情報を記録しているにも関わらず，その情報を軽視する傾向にあるため，効率的に廃棄物を処理できていない．そこで我々は，ICT（Information Communication Technology）技術を活用することによって現場の運転員が手書きで記録している日報等の操業情報を効果的・効率的にデータベース化できる操業情報取得支援システムを開発してきた．この操業情報取得支援システムを後述する個別 3 施設に導入し，ヒヤリハット等の個別施設の ATHDB（以下，ATHDB）を実際に構築できるか否か実証を行うとともに，実際に収集した ATHDB を分析することでその活用方法を検討した．

3．2　対象とする 3 施設の仕様

操業情報取得支援システムを導入した 3 施設の仕様を示す（表 3.1～3.3）．

表3．1　施設 A の仕様

項目	内容
処理対象物	情報機器（携帯電話　等）電気電子機器等
処理能力	廃プラ類　432t/D 混合物　864t/D
リサイクル品	プラスチック，蛍光管　等

表3．2　施設 B の仕様

項目	内容
処理対象物	OA 機器（複写機，PC 等）
処理能力	破砕機　37.8t/D　（2 基） ギロチン　80t/D（1 基）
リサイクル品	鉄，アルミ，ステンレス　等

表3．3　直島環境センターの仕様

項目	内容
処理対象物	豊島の産廃，直島町一般廃棄物
処理能力	回転式表面溶融炉 100t/D（2 基） ロ-タリ-キルン炉 24t/D（1 基）
リサイクル品	鉄，銅，アルミ，スラグ

施設 A，施設 B は，産廃評価 NAVI（http://www.sanpainavi,com/）に認定されている優良企業であり，独自の環境と安全の統合マネジメントシステムを構築している．定期的に工場内で安全委員会を開催しており，現場の技術者からの改善要望に対してワークチームを組み，迅速な対応を実施している施設である．この施設では定期的に開催している安全委員会の議事録に安全に関する情報が記載されている．他の情報源は文書として残っているものは少ないが，安全の向上には積極的であり，現在施設 B では OHSAS18001 の取得を目指している．

直島環境センターは，不法投棄された産業廃棄物（ASR : Automobile Shredder Residue を中心とする産業廃棄物，汚染土砂を含む）と直島町の一般廃棄物の処理を行っている施設である．

2003 年から処理を開始し，産業廃棄物の無害化処理を行っている．

3．3　操業情報取得支援システムの高度化

音声入力ツールの高度化を進めるとともに，3 施設において情報取得支援ツールを用いヒヤリハット等の情報の収集を行った．現場の情報を効率的に電子化し取得するためには，現場の技術者が負担や抵抗感を感じることなく使用できるシステムを開発する必要がある．そこで，これまでに表 3.4 に示す操業情報取得支援システムの個別施設への導入可能性を検討してきた．

施設 A では，音声入力ツールと PDA 入力ツール（バージョン 2）の導入を試みた．その結果，施設 A においては後述の理由より PDA ツールを使用しヒヤリハット情報を収集することとした．施設 B では PDA 入力ツール（バージョン 1）を使用しヒヤリハット情報を収集しているが，より効率的に情報を収集できるよう無線 LAN の通信環境の整備を行った．直島環境センターでは，PC 入力ツールを用いヒヤリハットを収集した．

表3．4　情報取得ツ-ルとその機能の整理

項目	目的	必要なもの	機能	実用性
PDA 入力ツール（バージョン 1）	ヒヤリハットを収集し DB 化する	PDA，無線 LAN	プルダウン入力，文字入力，写真追加，WEB 通信	Δ
PDA 入力ツール（バージョン 2）		PDA，専用ソフト，PC	プルダウン入力，文字入力，PC との自動同期，DB 保存	○
PC 入力ツール	ATH を収集し DB 化する	PC，Microsoft Excel	プルダウン入力，文字入力，報告書作成，印刷	Δ
音声入力ツール	操業情報（日報等）の電子化	マイク（またはヘッドセット），PC，音声入力ソフト	入力文字の電子化，不要語削除，自動単語登録，トレーニング，入力文字の電子化	Δ
タブレット入力ツール		紙（A4 サイズ以下），ペン，デジタルインクパット	タブレット入力，録音，再生機能	Δ

※◯：すぐに実用可能　　Δ：改良すれば実用可能　　×：実用不可能

3．3．2　施設 A におけるヒアリング調査結果

施設 A においてヒアリング調査を行ったところ，施設 A では終礼中にヒヤリハットの報告をすることが習慣的になっており，毎日 1～5 人程度からヒヤリハットの報告があるということがわかった．そこで，音声入力ツールを活用し，終礼中のヒヤリハット報告を自動的にデータベース化するシステムを開発する．この方法であれば，作業員にほとんど負担をかけることなくヒヤリハット情報が取得でき，かつ持続的な情報収集が期待できる．

PDA 入力ツールに関しては，多くの情報を即座にデータベース化することが可能であるが，機器の操作に慣れるまでに時間がかかるとの意見があった．

3．3．3　高度化の方針

音声認識ソフト（ドラゴンスピーチ）の精度の確認では，単語のみの精度を確認し，高い精度で認識できるという結果を得た．しかし，実際のヒヤリハット報告は話言葉（文章）となるため，文章における認識精度を確認したところ，単語ほど認識率が高くないことがわかった．これは，音声認識ソフトが前後の文脈も考慮に入れたうえで，自動的に語句を選択・変換してしまっていることが原因であると考えられる．そこで，終礼中の現場の作業員からの報告は，PDA 入力ツールのフォーマットを活用して作成した報告フォームを利用する．重要な部分は，リスト化された報告必須項目より選択し，ヒヤリハットを報告していく．このように用語の統

一を図ることによって，音声認識の向上が図れるだけでなく，報告をされる作業員全員の理解も深まると考えられる．報告された音声情報が音声認識ソフトにより正確にテキストに変換されれば，Excel を用いて自動的にデータベース化することができる．

表3. 5　音声入力ツールの概要

名称	ドラゴンスピーチ
入力認識率	99%
入力速度	150 語/分
登録単語数	9 万語
単語登録機能	あり
使用可能ソフトウェア	Word，excel，outlook 等
PDA での利用	あり
その他機能	不要語削除機能，自動単語登録機能等
備考	医療分野，福祉分野で利用
価格	12,600 円

3. 3. 4　情報の抽出方法の検討

音声認識ソフト「ドラゴンスピーチ」を用い，音声入力ツールの高度化を図っていく．ヒヤリハット情報は音声により取得するため，報告する内容に個人差が出てしまう．そこで，報告フォームを用いることによって，必要最低限の情報を確実に取得できる方法を検討した（図3.1）．報告フォーマットは，昨年度 A 工場に導入した PDA 入力ツールのフォーマットをそのまま活用することによって作成した．13 項目（年月日，日時，天候，場所，人，グループ，担当，氏名，作業場所，装置・機器，処理物，工程，原因，概要）を音声によって取得し，これらの情報を Excel のマクロ機能を用いて単語を自動認識させ，自動的にデータベース化させていく方法を検討していく．

図3. 1　作成した報告フォーム

3. 3. 5　音声入力ツールの音声認識率向上方法

ドラゴンスピーチでは，初期設定の段階で使用頻度の高い 9 万語の単語が収録されている．つまり，初期設定のままであると，この 9 万語のボキャブラリの中から語句が選択され文章化されていく．ボキャブラリを増やすために行う「単語登録」は，未登録の単語とその読みを登録することである．登録したい単語をテキストデータとしてあらかじめ整理しておくことによって，ドラゴンスピーチでは一括登録できる機能が備わっている．

「音声登録」は，新たに登録した単語や認識率の低い単語について，対象の単語を自分の声で音読することによって，システムに自分の音声を記憶させる作業である．音声登録することによって，対象者の声や言い方（フレーズ）をシステムが学習するため，次回以降の認識率が向上する．

「音声トレーニング」は 5 分程度文書を音読することにより，対象者の声をシステムに記憶させる作業である．音声登録では特定の語句の声をシステムに記憶させていく作業であるが，音声トレーニングは，単に対象者の声をシステムに記憶させていく方法である．人によっては，この音声トレーニングを行わないと正しく音声が認識できない可能性がある．

3. 3. 6　使用機器の検討

使用機器により音声認識に差があるのか，マイクとデフォルトでセットされているインカムとでその音声認識精度を比較した．使用した報告フォームは，PDA 入力ツールのフォーマットを活用したものである．単語登録後，音声トレーニングや音声登録を複数回実施することにより，マイクによる音声入力では，最高で認識率 100%で音声認識されるようになった．インカムによる音声認識でも，同様の音声認識向上法を複数回試したが，最高でも認識率が 62%であった．特に「す行」や「は行」の認識率が低かった．よって，マイクによる音声入力のほうが認識率が高いことが確認された．

図3. 2　インカムとマイクによる音声入力

（b）表 3.6　音声認識結果の比較

マイクによる音声認識結果	インカムによる音声認識結果
MR グループの伊原です．２００９年６月６日．天候はくもりでした．午前１１時３０分頃，構内道路にて，非鉄・樹脂をフォークリフトで搬送しているときにドラム缶に入った非鉄を移動していると，治具からドラム缶が外れてしまい倒れてしまいました．原因は分かりにくかったこと，大丈夫だと思ったこと．他のことを考えていたことだと思います．	エフアールグループの井原です．２００９年６月６日．天候は曇りでした．午前１１３０分ごろ，構内道路にて，非鉄・樹脂をフォークリフトで搬送しているときに，ドラム缶に入った非鉄を移動していると，治具からドラム缶が外れてしまい，倒れてしまいました．原因は，わかりにくかったこと，大丈夫だと思った事ほかのことを考えていたことだと思います．

※下線部は誤認識箇所

3．3．7　音声入力システムの高度化

（1）効果的な音声認識率向上方法の検討

単語登録，音声登録，音声トレーニングを行うことで，どの程度認識率の向上が図れるのかということについて検討した．

初期設定の認識率は 31%であった．これは，初期設定の段階で登録されていない単語を音声入力できなかったことが原因であると考えられる．専門用語を用いた項目で，誤認識が目立った．実際の音声認識結果を下記に示す．

のあるグループの井原です．２００９年６月６日，天候は曇りでした．午前１１時３０分ごろ，構内道路にて非鉄樹脂をフォークリフトで搬送しているときに，ドラマ顔に入った．秘訣を移動していると，自分からドラム缶が外れてしまい倒れてしまいました．原因は分かりにくかったこと．大丈夫だと思った事．ほかのことを考えていたことだと思います．

※下線部は誤認識箇所

次に，単語登録，音声登録，音声トレーニングを組み合わせて行う場合の効果を検討した．検討した方法は以下の方法 1～方法 3 である．

◆方法 1：単語登録のみ行う．（約 1 分）
◆方法 2：単語登録後に音声トレーニングを行う．（約 8 分）
◆方法 3：方法 2 を行った後に音声登録を行う．（約 20 分）

方法 1 の認識率は，38%であった．初期設定と比べて認識率が 7%しか向上しなったことから，単語登録のみの効果は低いと考えられる．

方法 2 の認識率は 62%であった．初期設定に比べ認識率が 31%向上したことから，単語登録と音声トレーニングを組み合わせて行うことによって，認識率が飛躍的に向上すると考えられる．

方法 3 は，方法 2 に追加して新規登録した単語に音声登録をした方法であり，認識率は 85%と方法 2 に比べて 23%の認識率向上が図れた．つまり，単語登録，音声登録，音声トレーニングを効率的に組み合わせることによって，効果的に音声認識率を向上させることができると考えられる．なお，これらの結果は，人によって同様の傾向であった．

（2）音声登録の効果の検討

音声登録によって認識率はどの程度向上するのか，方法 2 および方法 3 の音声認識結果を比較することによって検討を行った．比較した単語は，方法 2 では正しく認識されなかった「曇り」「非鉄・樹脂」「非鉄」「治具」「他のことを」の 5 つとした．

比較した結果を表３． 6 に示す．

方法 3 では，新たに登録した単語について以後正確に音声認識されるように，それぞれの単語について，約 12 分かけて登録を行っている．その結果，新たに登録した単語に関しては正しく認識できていることから，あらかじめ登録した単語については，精度の高い認識率が見込めることがわかった．しかし，未登録の単語は誤認識された．これは，「非鉄」や「治具」が初期設定のボキャブラリに登録されていないことが原因であると考えられる．

表3. 6　音声認識結果の比較

正しい語句	フリガナ	方法 2	方法 3	登録の有無
くもり	クモリ	曇り	くもり	○
非鉄・樹脂	ヒテツジュシ	自主	非鉄・樹脂	○
非鉄	ヒテツ	血	秘訣	×
治具	ジグ	自分	自分	×
他のことを	ホカノコトヲ	買うことを	他のことを	○

3. 3. 8　ATHDB-all からの語句の抽出

高精度で音声を認識させるためには，効果的に必要な単語を音声登録させる必要がある．そこで，ATHDB-all および当該施設の ATHDB より，現場で使用頻度の高い語句を抽出するとともに，テキストマイニングによってその前後の文脈から関連性の高い語を抽出することによって，優先して単語登録および音声登録する単語を決定していく．そこで，ATHDB-all より抽出する単語を決定するために，内容分析（計量テキスト分析）およびテキストマイニングのためのソフトウェアである「KH Coder」を使用した．KH Coder の概要を表３． 7 に示す．

表3. 7　KH Coder の概要

名称	KH Corder
機能	データ中の語句の検索，文書の検索およびコーティング， R を用いた多変量解析と可視化（共起ネットワークの作成　等） 等

まず ATHDB-all より，対象としている施設 A が保有する共通設備を条件に事例抽出を行った結果，741 件の事例を抽出することができた．これら事例の「概要」に記載されている 741 件分の文書から，10 回以上使用されている単語を使用頻度の高い単語と定義した．この単語を再抽出した．このように抽出された単語は，切り出しが細かすぎたり，専門用語のような未登録の単語についてはうまく抽出されないことがあるため，KH Coder の機能である複合語の検索や出現パターンの似通った語句を抽出するとこにより，はじめに抽出された単語に誤りがないかどうか確認を行った．その結果，「破砕機」のような装置・機器において，「破砕」と「機」のように誤認識され抽出されている単語があることがわかった．以上の分析を繰り返すことによって, 全ての使用頻度の高い語句の抽出を行った結果, 217 語をリスト化することができた．また，それら語句にどのような複合語があるのかということについても調査した．

このように抽出した語句は，優先して登録すべき語句として施設 A に提案し，実際に音声登

録する単語はこの中から施設 A の処理対象物や操業状況等を考慮しさらに語句の取捨選択することによって，施設 A 独自の音声登録語句リストが作成できると考える．

表3. 8　使用頻度の高い複合語

複合語	使用回数
破砕機内	81
不燃ごみ	53
不燃物	45
粗大ごみ処理施設	24
ガスボンベ	23
スプレー缶	20
可燃性ガス	18
供給コンベア	18
中央操作室	17
カセットボンベ	16
破砕物搬送コンベア	15
ダンピングボックス	14
爆発事故	13
火災報知機	12
破砕機室内	12
振動コンベア	11
破砕機本体	11
爆風口	11
ライン非常停止	10
低速破砕機火災検知作動	10

3. 3. 9　エクセルによるデータベース化

音声入力ソフトによりテキスト化したデータを Microsoft Excel によって自動的にデータベース化できるようマクロを組んだ．所定のセルに取得したテキストをそのまま貼り付け，「実行」ボタンをクリックすると，貼り付けられたテキストより語句が自動抽出され「ATHDB」のフォーマットに沿って自動的にデータベースに格納される．

正確なテキストデータさえ取得できれば，このようにして自動的にデータベースを蓄積することができる．

図3. 3　作成した Microsoft Excel による情報取得ソフト

3．4　音声入力ツールの施設 A への導入

以上のように高度化した音声入力ツールを実際に使用できるか否か確認するために施設 A において音声認識実験を行った．しかし，施設 A における騒音領域において音声はうまく認識されなかった．これは，破砕機の稼動音や周辺にある飛行場から飛び立つ飛行機の飛行音が影響していることが原因であると考えられる．そこで今後は，認識ソフトウェア，使用機器（マイク等），使用場所等を検討することで，音声入力ツールが雑音環境においても使用できる方法を検討していく．

3．5　個別施設におけるヒヤリハット事例 DB の構築方針

施設 A では音声入力ツールは使用せず PDA ツール（バージョン 2）を使用することとした．また，施設 A においては，「若年層の運転員が多いため，PDA ツールのような最新の ICT 機器でも抵抗なく使用できるだろう」という担当者からの提案より PDA ツール（バージョン 2）を使用し，ヒヤリハット事例を収集することとした．

施設 B（産業廃棄物・リサイクル処理施設）においては以前より PDA ツールを使用し事例の抽出を行っていたが，現場の担当者からの要望で通信環境を整備し，より広範囲で事例を収集できるように高性能なアンテナを施設内に設置した．

直島環境センターにおいては PC により事例を収集したいたが，ヒヤリハットの定義を再説明し明確にしたことにより，より多くの事例を収集ができるようになった．

PDA の具体的な入力項目を表３．９，３．１０に示す．この PDA ツールにより本年度は施設 A で 20 件，施設 B で 15 件の事例データを収集し，それぞれの施設における ATHDB は合計で施設 A が 180 件，施設 B が 129 件となった．

表3.9　施設Aの PDA のフォーマット

項目	プルダウンメニューリスト	
報告者	施設 A の従業員名	
年	2009，2010，2011，2012	
月	1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12	
日	1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，13，14，15，16，17，18，19，20，21，22，23，24，25，26，27，28，29，30，31	
曜日	日，月，火，水，木，金，土	
時	0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，13，14，15，16，17，18，19，20，21，22，23	
分	0，5，10，15，20，25，30，35，40，45，50，55	
天気	晴れ，くもり，小雨，雨，豪雨，雪	
風力	無風，微風，強風，暴風	
発生場所	現場	1.台貫，2.通路，3.1F 作業場，4.フロン（回収），5.エレベーター横，6.エレベーター南，7.雑品置き場，8.一般ピット，9.産廃ピット，10.オペ室，11.破砕機室，12.破砕機室前，13.電気室，14.サイクロン室 A，15.サイクロン室 B，15.ピッキング室，16.空気分吸気室，17.エアロック上，18.エアロック下，19.2 番コンベア下，20.5 番コンベア下，21.シュレッダーピット前，23.回下，24.振上，25.振下，26.製品倉庫，28.その他
	建屋／倉庫	1.機密保管庫，2.2F 作業場，3.データ消去室，4.2F エレベーター前，5.倉庫，6.3F 作業場，7.3F エレベーター前，8.その他
	車両／秤量	1.秤量室，2.社員駐車場，3.トラック駐車場，4.その他
	他工場内	1.構内道路，2.油水分離槽，3.変電所，4.ピット，5.その他
	工場外	1.客先敷地内，2.高速道路，3.一般道，4.その他
処理物	1.OA 機器，2.什器，3.モニター，4.フレコン，5.鉄箱，6.ペーパーシュレッダー，7.自動販売機，8.エアコン，9.開梱物，10.遊戯機器，11.ATM，12.雑品，13.フロン，14.トナー，15.消化器・ボンベ等の危険物，6.鉄 17.非鉄・樹脂，18.デロンギ，19.券売機，20.その他	
使用装置・機器	1.破砕機，2.コンベア，3.小型破砕機，4.マグネットドラム，5.台貫，6.回転篩，7.振動篩，8.フロン回収機，9.湿式集塵機，10.フェンオール，11.バグフィルター，12.振動フィーダー，13.チューリップ，14.マルチ，15.マグネ，16.ローダー，17.フォーク，18.ネコ，19.台車，20.大型アーム，21.4t アーム，22.4t 平，23.3t ウイング，24.その他	
作業内容	1.運転，2.操作，3.メンテナンス，4.交換，5.開梱，6.選別，7.手解体，8.溶断・溶接，9.切断，10.回収，11.ピッキング，12.荷積み，13.荷降ろし，14.搬送，15.玉掛け，16.その他	
概要	（手入力）	
原因	（手入力）	

表3.10　施設Bの PDA のフォーマット

項目	プルダウンメニューリスト	
グループ	施設Bの役職・担当名	
報告者	施設Bの従業員名	
年	2009，2010，2011，2012	
月	1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12	
日	1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11，12，13，14，15，16，17，18，19，20，21，22，23，24，25，26，27，28，29，30，31	
曜日	日，月，火，水，木，金，土	
時	AM	0，1，2，3，4，5，6，7，8，9，10，11
	PM	
分	0，10，20，30，40，50	
天気	晴れ，くもり，雨，雪，強風，暴風，暴風雨	
発生場所	P-1	1.P1 搬入物置き場，2.P1 製品置き場，3.P1 機密保管庫・開梱物置き場，4.P1 破砕機周辺，5.P1 非鉄ライン周辺，6.P1 鉄シュレッダーライン周辺，7.P1 アルミ選別ライン周辺，8.P1 集塵機周辺，9.P2 周辺，10.その他
	IR	1.IR 搬入物置き場，2.重機解体場，3.ギロチン周辺，4.東側建屋，5.北側建屋（フロン回収，シュレッダー解体），6.ガス切断作業場，7.被服線置き場，8.工務作業場，9.その他
	MR（MR）	1.MR 開梱作業場，2.MR 解体作業場，3.小型破砕機周辺，4.MR 機密保管庫・ストックヤード，5.MR 搬入物・製品置き場，6.製品倉庫，7.その他
	MR（FX）	1.FX 建屋内作業場，2.FX 建屋外作業場，3.FX ストックヤード，4.トナー回収作業場，5.その他
	他工場	1.構内道路，2.構内歩行者通路，3.油水分離槽，4.トラック駐車場，5.社員駐車場，6.台貫，7.休憩所，8.事務所，9.倉庫・書庫，10.その他
	工場外	1.客先敷地内，2.一般道路，3.高速道路，4.その他
処理物	1.OA 機器，2.複写機，3.モニター，4.フレコン，5.鉄箱，6.ペーパーシュレッダー，7.自動販売機，8.エアコン，9.開梱物，10.遊戯機器，11.携帯電話，12.重量物，13.フロン，14.消化器，ボンベ等の危険物，15.密閉容器，密閉物，16.トナー，17.鉄，18.非鉄・樹脂，19.その他，20.なし	
使用装置・機器	1.P-1 破砕機，2.P-2 破砕機，3.小型破砕機，4.ギロチン，5.篩機，6.集塵機，7.台貫，8.バックホウ，9.天井クレーン，10.ラフター，11.フォークリフト，12.トラック・車両，13.工作機械，14.工作道具，15.その他，16.なし	
作業内容	1.運転，2.メンテナンス，3.整理・清掃，4.フロンの交換，5.開梱，6.選別，7.破砕，8.手解体，9.溶断・溶接，10.回収，11.ピッキング，12.荷積み，13.荷降ろし，14.搬送，15.玉掛け，16.その他，17.なし	
概要	（手入力）	
原因（環境）	よく見えなかった，見にくかった，よく聞こえなかった，気がつかなかった，見落としをした，分かりにくかった，やりにくかった，力負けした，その他	
原因（知識）	知らなかった，わからなかった，思い出せなかった，記憶違いをしていた，予想違いをしていた，深く考えていなかった，大丈夫だと思った，危ないと思っていなかった，飽きていた（連続作業・反復作業），その他，なし	
原因（心理）	気持ちが落ち着いていなかった，ほかのことを考えていた（集中力が欠けていた），面倒だった，仲間の迷惑を考えていなかった，無意識に手が動いていた，バランスを崩した，手が思うように動かなかった，スピードについていけなかった，その他，なし	

3．6　個別施設における自動分析ツールの開発

研究室での使用を主な目的としてデータベース・グラフ・ハザードマップ等を作成していたため，収集した事例はまず研究室で処理をする必要があり，施設へのフィードバックには非常に時間がかかっていた． 施設でのヒアリングから，収集したデータを自分たちですぐに活用できるようにしたいという声があり，研究室を通さなくても簡単にデータをまとめられ，活用できるようなシステムの開発を目指し，ヒヤリハット事例自動分析ツールを開発した．図３．４にツールの起動画面を示す．

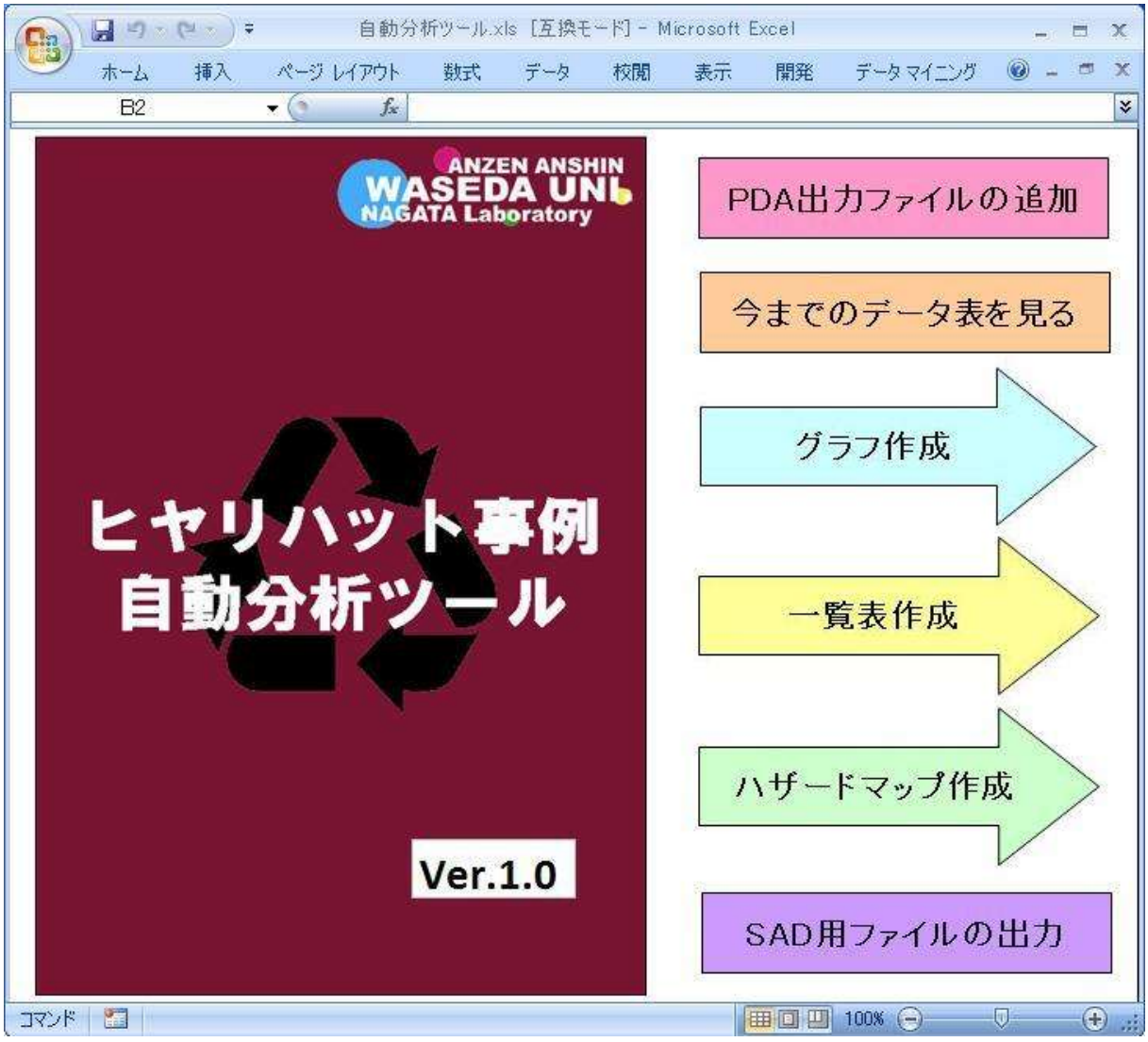

図3．4　ヒヤリハット事例自動分析ツール起動画面

ツールはエクセルのマクロを使用して作成した．機能は以下の通りである．

・**PDA 出力ファイルの追加**・・・ツールの入力となる機能．クリックすると入力用のシートが表示される．ファイルの追加方法は以下の 2 通り．
①PDA 出力ファイルを別のエクセルファイルとして開き，用意されたセルにコピー&ペーストする ．
②同じ PDA 出力ファイルが既にツールに入力されていないか確認したのち,「ファイルを追

加する」をクリックし，PDA 出力ファイルを選択する．

・**今までのデータ参照**・・・クリックすると，これまで入力した情報のすべてを含んだ DB として示す．この機能は出力ではなく，あくまで確認なので，活用することはできない．DB の項目は以下の通り．
施設 A・・・報告者/年/月/日/曜日/時/分/天気/風力/グループ/場所/処理物/装置・機器/作業内容/概要/原因
施設 B・・・グループ/担当/報告者/年/月/日/曜日/時/分/天気/場所グループ/場所/処理物/装置・機器/作業内容/概要/原因(環境)/原因(知識)/原因(心理)

・**グラフ作成**・・・クリックすると，作成する項目を選択するためのユーザーフォームが出現する．【項目選択】では，軸・要素(凡例として出るもの)を上記から選択することができる．【絞り込み】では，使用するデータ範囲を絞ることができる．ここに入力しなければこれまでの入力情報全てがデータ範囲となる．【作成する】をクリックすることで設定した条件のグラフが出力される．新しいブックが開き，[グラフ]シートと[集計]シートにそれぞれグラフと，その参照データの表が出力される．
新しいブックに出力されたグラフは独立しているため，ユーザーは自由に編集・保存等が可能である．

・**データ表作成**・・・クリックすると，作成する項目を選択するためのユーザーフォームが出現する． 【項目選択】では，表の項目を上記から任意のものを，任意の順番に選択することができる．【絞り込み】では，使用するデータ範囲を絞ることができる．ここに入力しなければこれまでの入力情報全てがデータ範囲となる．作成する】をクリックすることで設定した条件の表が出力される．新しいブックが開き[データ表]シートに表が出力される．

・**ハザードマップ作成**・・・クリックすると，作成する項目を選択するためのユーザーフォームが出現する．【絞り込み】では，使用するデータ範囲を絞ることができる．ここに入力しなければこれまでの入力情報全てがデータ範囲となる．【作成する】をクリックすることでハザードマップが出力される．[ハザードマップ]シートと[集計]シートにそれぞれハザードマップと，その参照データの表が出力される．

・**SAD 用ファイルの出力**・・・クリックすると，今年度改良した WASEDA SAD アプリケーションの入力データとしてそのまま利用できるファイルを出力する．このツールではできないさらなる分析が可能となる．SAD アプリケーション については 7 章に詳しく記す．

3．7　個別施設における自動分析ツールの導入効果と分析例

導入効果を表３．１１に示す．このうち,「収集した事例の一覧表を資料として活用したい.」「曜日・週・時間などによる事例発生の傾向を把握したい.」「1 カ月や 1 週間ごとの事例発生グラフを作成し比較したい」「事例発生の傾向を知ることで作業員に注意を呼び掛けたい」「安全担当者の作りたいフォーマットで表やグラフを作成したい」の 5 つは依頼を聞いたあと研究室で作成して送る必要があり,「収集した事例を個別施設内ですぐに活用できるようにしてほしい」「ハザードマップをクリックすることで概要等を表示してほしい.」 の 2 つは不可能であった．今回この自動作成ツールを作成したことにより，すべてのことが個別施設で定常的にできるようになった．

この中で例として，施設 A において，軸[曜日]・要素[作業内容]を選択したグラフを図３．５に，[10 時]～[14 時]でデータを絞り込んだハザードマップを図３．６～図３．１０に示す．

図からは火曜日・木曜日に多く事例が発生している傾向が読み取れる．要素を見ると火曜日は荷積み・荷降ろし・搬送の事例が多く，週はじめはものの移動が多いために事例が多く発生していることがわかる．

表3. 11　自動分析ツールの導入効果

個別施設の安全担当者からの要望	従来	ツール使用
収集した事例の一覧表を資料として使用したい．	△	○
曜日・週・時間などによる事例発生の傾向を把握したい．	△	○
1 カ月や 1 週間ごとの事例発生グラフを作成し比較したい．	△	○
収集した事例を個別施設内ですぐに活用できるようにしてほしい．	×	○
事例発生の傾向を知ることで作業員に注意を呼び掛けたい．	△	○
安全担当者の作りたいフォーマットで表やグラフを作成したい．	△	○
ハザードマップをクリックすることで概要等を表示してほしい．	×	○

※○・・・施設で定常的に可能　　△・・・研究室で作成しそれを送ることで可能

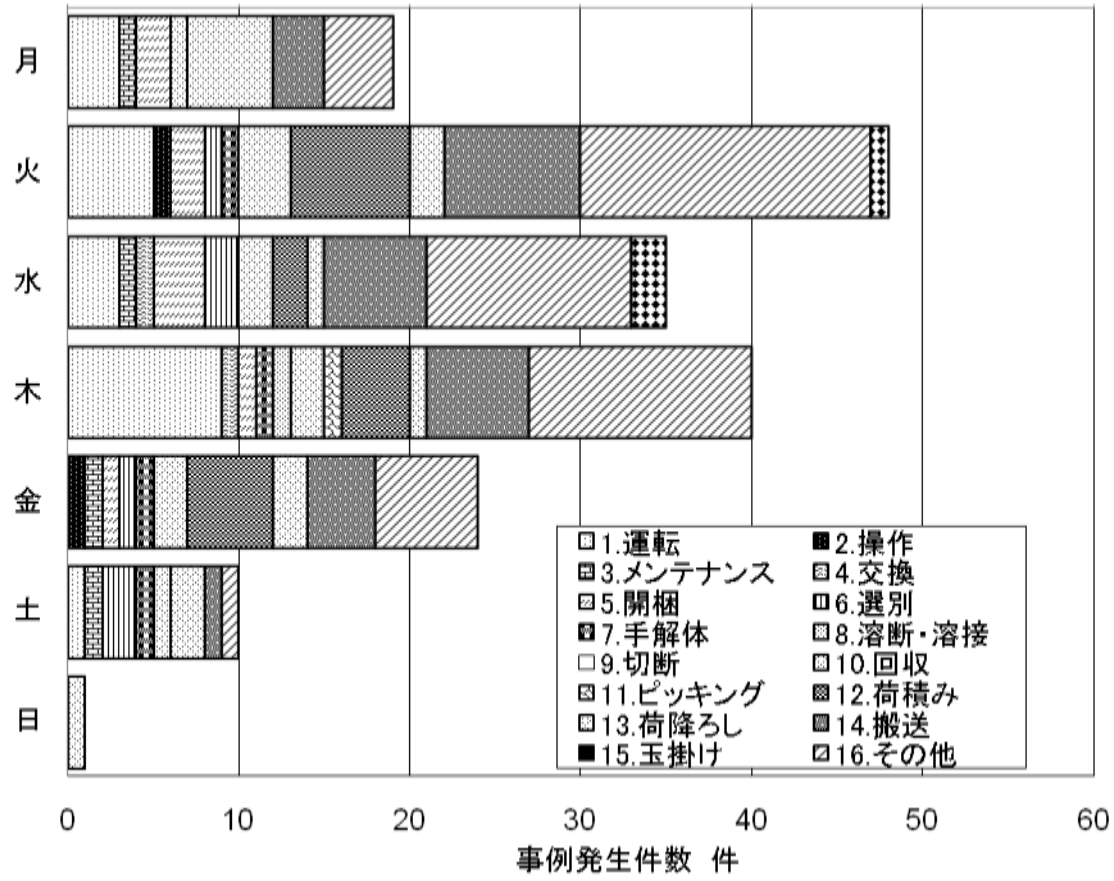

図3. 5　自動分析ツール出力例①　施設 A における曜日別の事例発生件数グラフ

図3. 6　自動分析ツール出力例②　施設 A における 10 時のハザードマップ

図3. 7　自動分析ツール出力例③　施設 A における 11 時のハザードマップ

図3. 8　自動分析ツール出力例④　施設 A における 12 時のハザードマップ

図3. 9　自動分析ツール出力例⑤　施設 A における 13 時のハザードマップ

図3. 10　自動分析ツール出力例⑥　施設 A における 14 時のハザードマップ

時間別のハザードマップからは，他の時間のハザードマップと比較しても 14 時の破砕機室前での事例が多く発生していることがわかる．概要や他の項目を参照すると，4 件ある事例のうち 3 件がフォークリフトと関係ある事例だとわかり，この時間帯は破砕機室前でのフォークリフトの運転に特に注意が必要だということがわかる．

これらの情報は自動分析ツールを使えばすぐに取得することができ，個別施設において定常的に事例分析が可能となった．

3. 8　個別施設で取得したヒヤリハット事例の分析

3. 8. 1　施設 A におけるヒヤリハット事例 DB の分析

施設 A では，現在 PDA ツール（バージョン 2）を使用しヒヤリハット事例を収集している．そこで，2009 年 12 月 16 日から 2010 年 1 月 16 日において新たに取得した 84 件のヒヤリハット事例を分析した．それぞれの場所においての事例発生件数は台貫，1F 作業場，産廃ピット・秤量室の順に多く発生している．また，作業内容において，その他の項目が多かったことから，その他の項目についてさらに詳細な分析を行った．

台貫におけるその他の項目の詳細は以下に示す通りである．

・シュレッダーが飛んできた
・誘導を守らないでバックした車輌にぶつかりそうになった
・通行しているとき車輌がバックしてきた
・トラックにぶつけられそうになった
・バックしてきたトラックとぶつかりそうになった
・搬入物の写真を撮ろうとしたらトラックが急に動いた

これより，台貫においては車両との接触事故につながるヒヤリハット事例が多いことがわかった．

産廃ピットにおけるその他の項目の詳細は以下のようになっている．

・落下した
・つかみそこなった什器を落した
・パレットに積んであった箱が倒れてきた

これより，産廃ピットにおいては落下物により負傷事故につながるヒヤリハット事例が多いことがわかった．

以上のような分析結果を活用した現場の安全の向上を目指し，運転員への安全情報の共有化手法として，施設における空間的なヒヤリハット事例の発生状況を示すことができるハザードマップによる提示方法を検討した．3D-VR のプラットフォームである Second Life を用い，より現場感のある施設を再現し，現場の運転員にとって安全に対する意識を喚起することができる表現方法を目指した．図３．１２および図３．１３は，施設 A に提案したハザードマップである．これらのハザードマップは施設 A に提案し，現在施設内で使用（掲示）してもらっている．

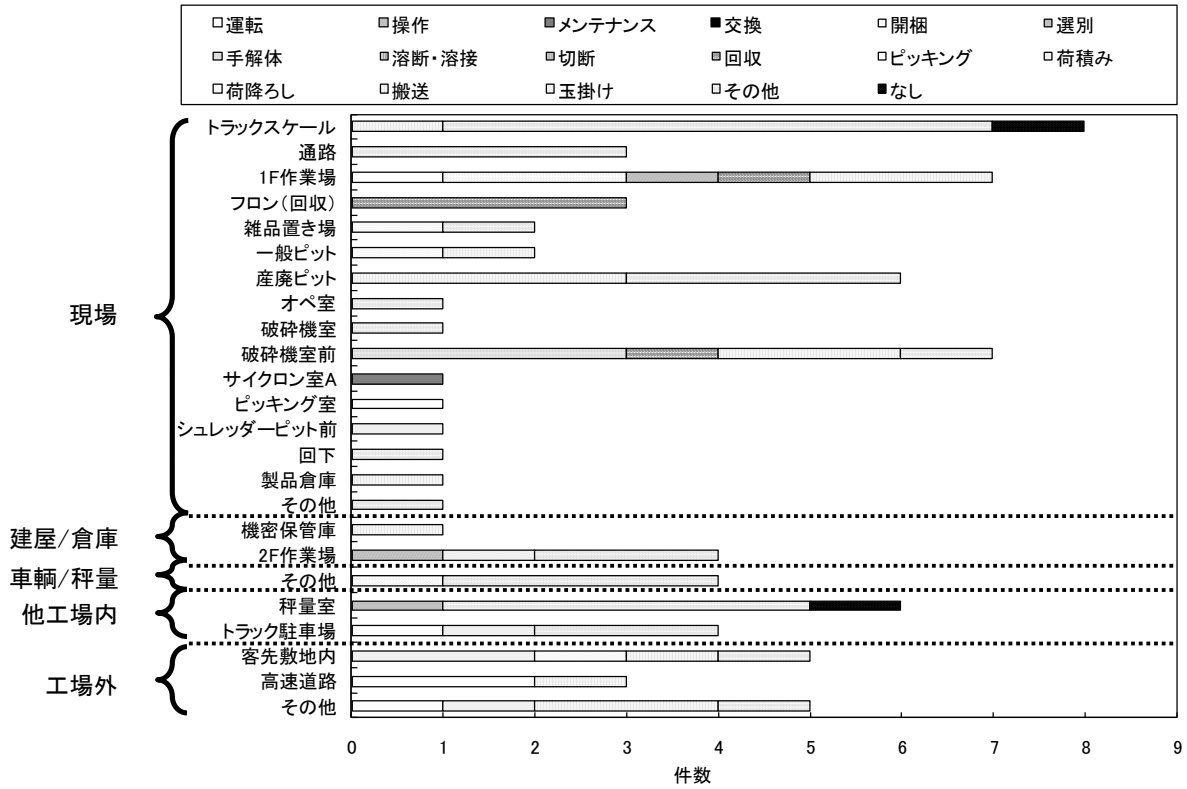

図3. 11　施設 A におけるヒヤリハット事例の発生状況

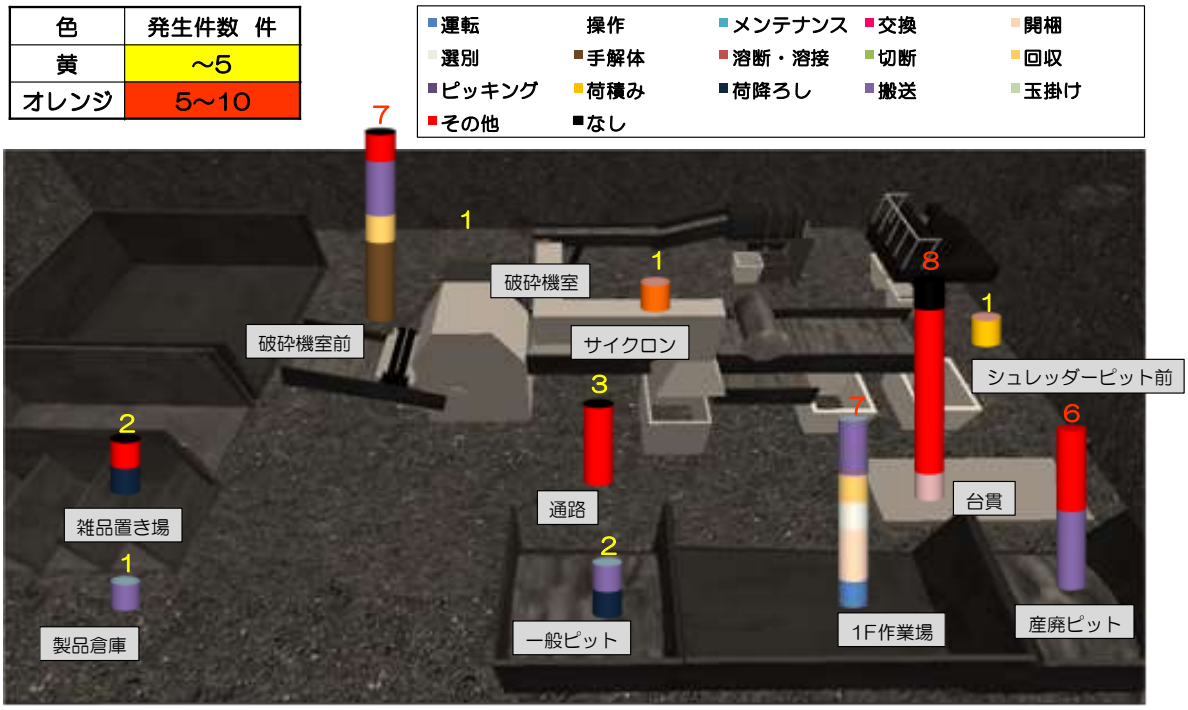

図3. 12　施設 A に提案したハザードマップ 1

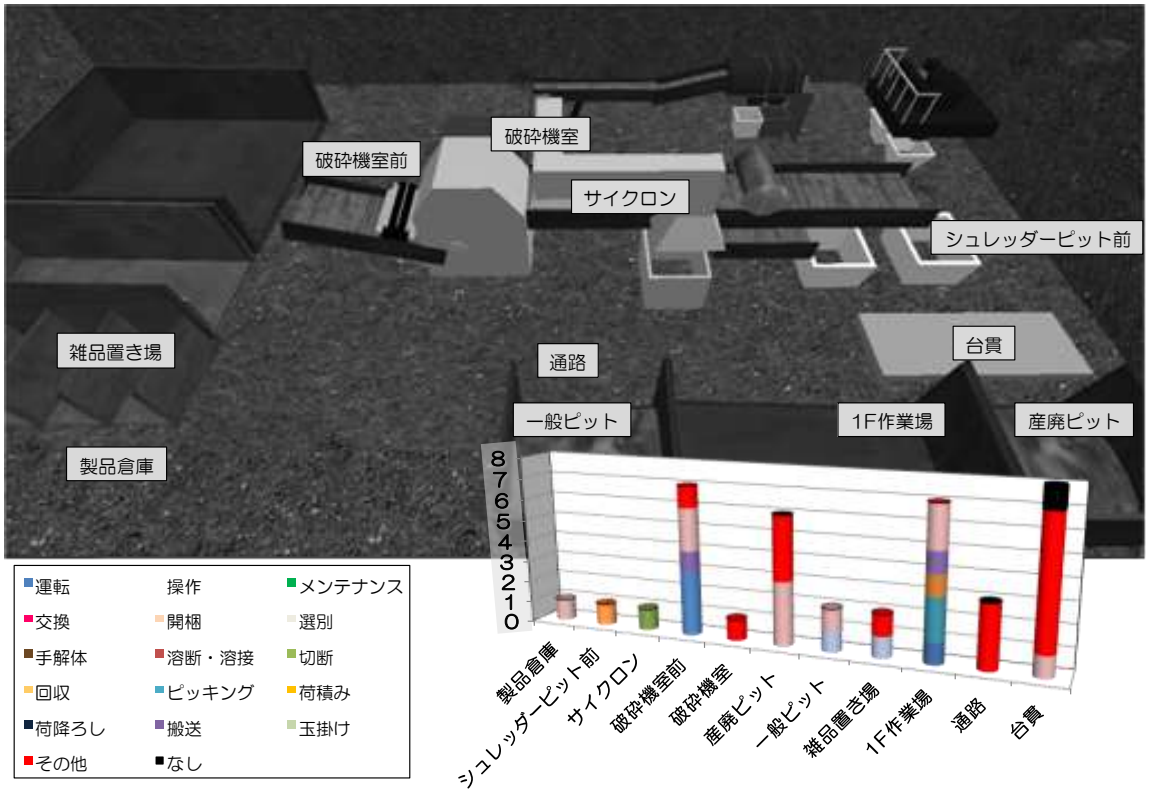

図3. 13　施設 A に提案したハザードマップ 2

3．8．2　施設 B におけるヒヤリハット事例の分析

2008 年 3 月から 2009 年 6 月において PDA ツールにより取得したヒヤリハット情報は 55 件であった．これらヒヤリハット情報を分析した結果を図３．１４，３．１５に示す．作業内容別のヒヤリハット発生件数では，搬送作業中のヒヤリハットの発生件数が多くなった．内容は「搬入車両運転中での作業員の飛び出し」等である．その他の項目については「ビスやガラス片による刺されや切られ」等の情報が多いことがわかった．次に，各装置・機器におけるヒヤリハット発生件数は，フォークリフトによるヒヤリハット発生件数が最も多く，続いてなし（装置・機器とは無関係）およびトラック・車両におけるヒヤリハット発生件数が多いことがわかった．フォークリフトにおけるヒヤリハット情報では，「作業員が周囲の安全確認を怠った」や「運搬物が落下した」等の情報が多かった．なしのヒヤリハット情報では，「施設内での躓き」，「踏み外し」，「作業中の転落」等の情報が多かった．

さらに，施設 B において取得したヒヤリハット発生状況と 2008 年度取得した施設 B の事故発生状況（ATHDB）の比較を行った．フォークリフトやトラック・搬入車両に関しては，ヒヤリハット情報と実際の事故発生状況が近い傾向にあることがわかる．しかし，p-1 破砕機，保管場所，工具に関してはヒヤリハット件数が少ないまたはないにも関わらず，事故が多く発生している．このことから報告すべき情報が報告されていない，現場の作業員がヒヤリハットと認識していないことがあると考えられる．

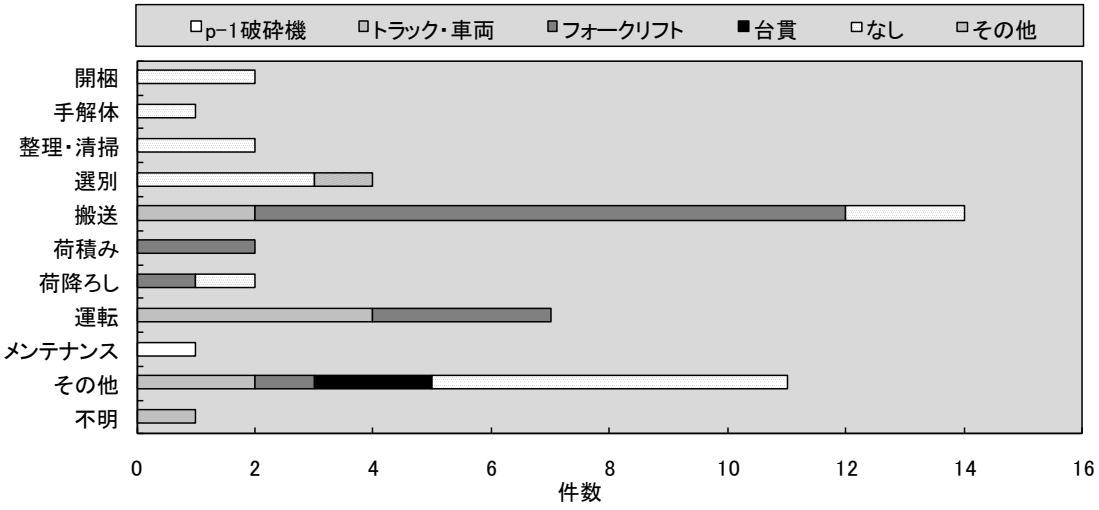

図3．14　作業内容別のヒヤリハット発生件数

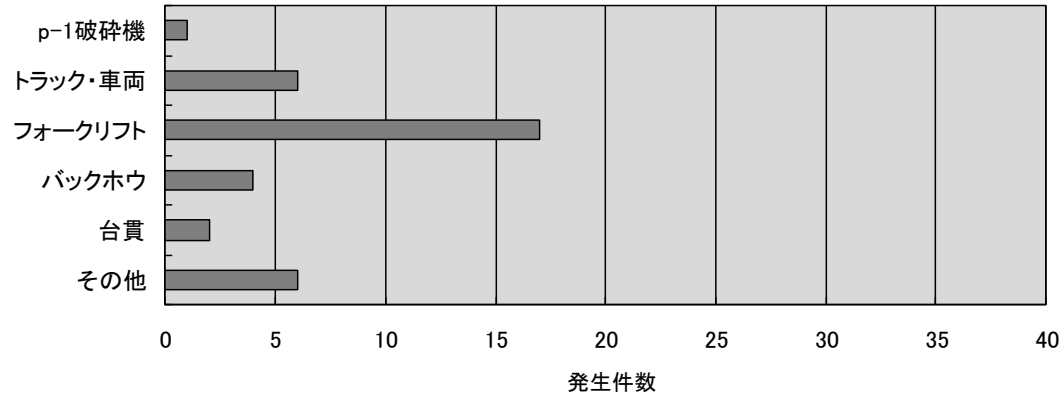

図3．15　各装置・機器におけるヒヤリハット発生件数

3．9　個別施設の ATHDB の活用方法の提案

個別施設において ATHDB を構築することで，さまざまな段階，用途に活用できる．図 3.10 にデータベースの活用方法を整理する．

県等の管理者としての活用方法としては，周辺住民に対する事故・トラブル・ヒヤリハット情報の公開や労災の報告がある．所長等現場統括責任者としての使い方としては管理者や運転員に対する施設の操業情報の公開，リスクの高い設備を把握することによるマニュアルの再整備や，操作方法是正の提案，予備品購入の検討等がある．

現場の運転員としては，リスクの高い作業を把握することで意識の改善をすることや，作業の効率化，安心して働ける職場の構築を目指すための情報として用いることができる．設計者としては，想定外の事故等が発生した際に，その事例の情報を把握し，設計段階での改善を行い，設計段階からの事故等の未然防止につなげることができる．

操業者の立場における活用方法の検討施設管理者は現場の状況を把握することができ，統括責任者への指示やメンテナンス計画の策定に利用できる．現場と話し合う際に，予算だけではなく現場の状況も考慮した情報交換ができる．次年度の予算計画や住民，県や国への説明に利用できることを示した．現場の統括責任者は現場への作業内容の指示や作業要領書の改訂に利用や，施設管理者に対するメンテナンス計画やマニュアルの改訂の提案に利用，物品購入のタイミングや量の検討に利用，点検日報や週例・月例点検のル-トや内容の検討に利用，安全教育プログラムの作成に利用，事故・トラブル・ヒヤリハット事例データベースのフォ-マットのカスタマイズに利用できることを示した．

現場の技術者は点検時に注意しなければならない項目の整理やメンテナンスを実施する際に注意しなければならない項目の整理に利用やヒヤリハットをトラブルや事故に発展させないための方法論の提案に利用，作業中に安全未確認や作業道具の不整備，未装着により発生する事故の未然防止や作業環境不整備による事故の防止に向けた安全行動の実施に利用する，危険な薬品や装置と事故が発生したときの被害状況やその対応方法の学習に利用できることを示した．

設計の立場における活用方法の検討については定常操業の実績を蓄積したデータベースの活用により，試運転時の情報だけではなく施設の操業時における施設の潜在リスクを考慮した安全装置の設置を検討することができることを示した．操業技術と安全装置の連携により，定められた予算や敷地面積等の条件下においてリスクが定めた基準値以下になるような施設の安全配慮設計が実施できることを示した．納品の際に作成する施設の取扱説明書を作成する際に利用できることを示した．施設の改修時における安全配慮設計に利用できることを示した．施設の計画時における管理者への説明に利用できることを示した．施設の計画時における周辺住民等への説明に利用できることを示した．

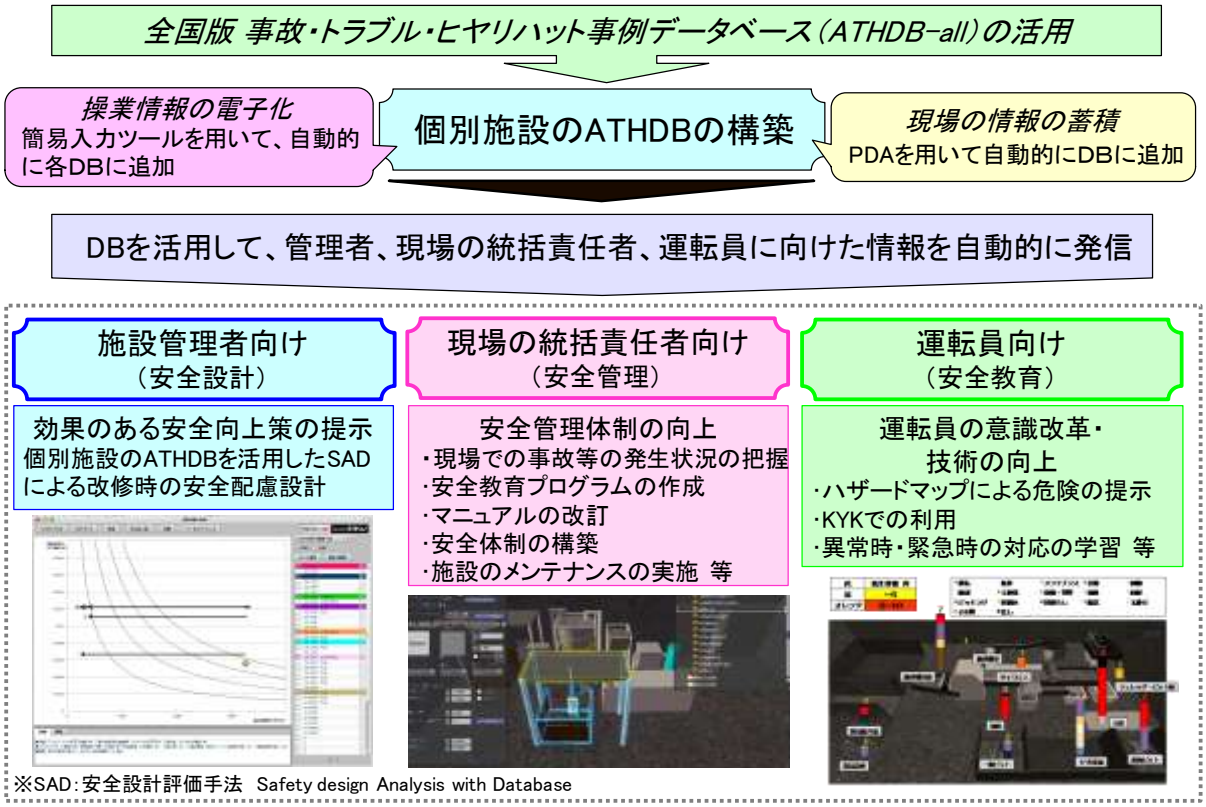

図3. 16　個別施設の ATHDB の活用方法の提案

3. 10　安全情報同期可視化システムの開発

運転員や見学者に対して、付加情報を与えることを目的とし，事故情報や内部構造情報等、写真・図・グラフ・アニメーション・動画・３Ｄ映像による映像を装置や機器、現場等の上に重ねて表示し、支援可能な安全除法同期可視化システムを開発する．これはこれまで開発してきた PDA を用いたツールおよび開発した自動分析ツールを現場で活用可能とするものである．

開発したシステムのハードの仕様を以下に示す．

・持ち運べる大きさ＆重さ（スマートフォン程度を想定）
・写真・図・グラフ・アニメーション・動画・３Ｄ映像を表示可能
・タッチパネル操作
・バッテリーで最低２時間は稼働（充電式 or バッテリー交換式）
・屋外、屋内の双方で利用可能（ほこり等の粉じん雰囲気？）
・操作が簡便（豊島への観光客など初心者でも操作が可能なレベル）　等

開発したシステムのソフトの仕様を以下に示す．

・装置・機器あるいは現場にてユーザーが画面を向けることによって、自動的に付加情報を取得することができる。付加情報はいくつかの動作により変更できる（例：１９９０年の写真から１年ごとに変化する。写真と動画を切り替えることができる。）
・GPS または WiFI 電波、ジャイロセンサ等により位置情報、角度情報、速度情報を取得でき、その情報を基に自動的に関係する情報を提示できる。
・管理者ＩＤを使うことによって、グラフへの計測データを追加や写真の追加、説明文の変更など、付加情報を編集できる。　等

図3. 17　イメージする iphon アプリケーション

図3. 18　システムの全体像